228 園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊 2005. p.228～232

眞空預冷技術在台灣的發展現況

林棟樑[1]　李允中[2]
台南區農業改良場副研究員[1]、台灣大學生物產業機電系工程學系副教授[2]

摘　要

國內蔬菜預冷技術在民國 70 年代即陸續在研究推廣，最早以水冷爲主，至 80 年代，氣冷式的壓差預冷技術漸被使用，更重要的是在此同時預冷觀念漸漸被重視。民國 90 年第一台國產真空預冷機在雲林縣應用示範，短期葉菜類可在 20 分鐘內由 27℃左右降至 5℃以下。由於該機器的預冷效果受到肯定，因此在政府的輔導下，商業應用型真空預冷機在後來的幾年逐漸增加，每批處理量從 1,500 公斤至 7,500 公斤，3 年多來建造了 10 幾台。目前國內真空預冷機主要應用在，短期葉菜類的保鮮上，如小包裝蔬菜包裝前預冷；國軍副食及學校營養午餐蔬菜提高供貨品質；蔬菜冷藏產銷調節及蔬菜外銷保鮮處理上。

關鍵字：真空預冷、短期葉菜類、預冷、減壓燻蒸

前　言

真空預冷降溫的原理是利用產品表面的水份蒸發帶走大量的汽化熱而降溫。在減壓狀況下，表面水份可不斷的蒸發而使溫度持續降低，因此表面積與體積比大的產品最適合使用，目前是應用在葉菜類蔬菜降溫及保鮮效果上最好的預冷方式。與其他預冷方式比起來，其最大的優點是處理速度快，每次處理量大，且操作簡單。真空預冷在歐、美及日本等國已行之多年，在美國大量應用在結球萵苣預冷，但其他產品較少使用。日本除了在葉菜類蔬菜上應用外，有部分使用在體積小的果菜類，如甜椒、毛豆等。國內在兩年前開發出中小型的真空預冷機，目前已成功的應用在蔬菜的預冷保鮮處理上。國內真空預冷技術雖然發展較晚，亦只限定在葉菜類上，但因國內葉菜類種類中不結球葉菜類是重要的蔬菜，因此真空預冷應用在蔬菜不同的運銷通路上（含內銷外銷）均可發揮不少的功效。

國內真空預冷機之研發與推展狀況

國內蔬菜預冷技術在民國 70 年代即陸續在研究推廣，最早以水冷爲主，至 80 年代，氣冷式的壓差預冷技術漸被使用，更重要的是在此同時預冷觀念漸漸被重視。

民國 89 年國內機械廠商與台大生物機電系合作開發每次 2 棧板，1,500 公斤處理量的真空預冷機在西林縣庄西合作農場測試，同年工研院及動植物防疫檢疫局與廠商合作開發具真空預冷功能的減壓燻蒸機，一次處理量爲 10 棧板的大型預冷機。台南區農業改良場於 90 年 5 月在庄西合作農場召開真空預冷機在蔬菜上應用之示範觀摩會，短期葉菜類在 20 分鐘內由 27℃左右降至 5℃以下。由於該機器的預冷效果受到肯定，因此在政府的輔導下商業應用型真空預冷機在後來的幾年逐漸增加(表 1)，同時機型亦不斷在改進，有單槽及雙槽兩種型式(圖 1)，每次處理量從 1,500 公斤至 7,500 公斤，3 年來建造了 10 幾台，且大多爲經常使用。除了處理量可依使用單位需求設計，同時操作方便性亦不斷改良，如庫門的的自動開關，產品進出輸送方式的改良等。

目前國內真空預冷機主要應用在短期葉菜類的預冷保鮮上(圖 2)，如小包裝蔬菜包裝前預冷延長販賣壽命；國軍副食及學校營養午餐蔬菜提高供貨品質；短期葉菜類冷藏產銷調節；蔬菜外銷處理等。真空預冷機在國外主要應用在結球萵苣預冷保鮮處理上，國內已有些社場具有真空預冷機同時具生產結球萵苣及短期葉菜類外銷的能力及規模，應可充份發

揮國內冬季裏作蔬菜高品質及低成本的優勢擴展蔬菜外銷市場。

表 1. 國內真空預冷機的設置及使用情況

設置年份(民國)	建構地點	每次最大處理量(公斤)	用途	目前使用狀況
89	庄西作作農場	單槽,1,500	短期葉菜類冷藏調節；結球萵苣外銷	經常
89	田尾花卉生產合作社	單槽,7,500	花卉外銷燻蒸及預冷	偶而(燻蒸)
90	青果社灣橋分社	單槽,7,500	花卉及結球萵苣外銷燻蒸及預冷	偶而(燻蒸)
90	西螺農會和心蔬菜產銷班	單槽,1,500	小包裝蔬菜保鮮；國軍副食等直銷業務，蔬菜外銷	經常
90	庄西合作農場	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；結球萵苣外銷	經常
90	漢光果菜生產合作社	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；小包裝蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
90	新湖合作農場	雙槽,各 1,500	結球萵苣內、外銷	偶而
91	梓官鄉農會	雙槽,各 1,500	短期葉菜類冷藏調節；小包裝蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
91	嘉禾果菜生產合作社	單槽,3,000	短期葉菜類冷藏調節；截切蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
92	饒平合作農場	單槽,3,000	短期葉菜類冷藏調節；截切蔬菜保鮮；國軍副食供應	經常
93	水尾合作農場	單槽,1,500	設計可移動式，短期葉菜類冷藏調節；國軍副食供應	偶而

圖 1. 雙槽輪流使用之真空預冷機

圖 2. 真空預冷機應用在短期業菜類之預冷保鮮

國內真空預冷機應用情形

1. 提高預冷效率簡化外銷貯運流程

真空預冷最主要的優點是處理時間短，即短時間之內能夠使大量的產品降溫，因此應用在蔬菜外銷處理上，可改善集貨處理流程。以往蔬菜外銷需在兩、三天前即開始集貨，放入冷藏庫中預冷後再裝於冷藏貨櫃運輸。過去蔬菜外銷數量不多，其中又以胡蘿蔔、牛蒡及毛豆等耐運輸產品為主，葉菜類蔬菜很少，或只限定在耐運輸的硬種甘藍。近年來本場輔導大宗蔬菜產銷策略聯盟成立進行初秋甘藍、結球白菜、菠菜等蔬菜外銷，以真空預冷處理後低溫保鮮運輸。經試銷至新加坡、加拿大等地結果情況良好。去年經檢討外銷品目後發現，以結球萵苣較具外銷競爭力，而結球萵苣以真空預冷效果最佳，在外銷處理時可在田間進行包裝後，運至集貨場真空預冷處理，之後置冷藏庫中等待裝櫃外銷。由於國內冬季裹作氣侯條件適宜結球萵苣生產，加上真空預冷處理後運輸，產品到貨品質較佳，經試銷到新加坡及日本後，發現品質及價格非常具有國際競爭力。將來只要加強生產技術，及改善採後處理流程，結球萵苣有可能發展為國內重要的外銷蔬菜之一(圖 3)。

圖 3. 真空預冷機應用在結球萵苣外銷保鮮

2. 迅速去除產品田間熱延長冷藏保鮮期

冷藏庫不同於預冷庫，通常無法負荷產品入庫前大量的田間熱，以往產品入庫冷藏時，有經驗的冷藏庫業者會分批入庫冷藏，因一次將冷藏庫裝滿往往會造成冷藏庫溫度無法降低的情況，且冷排會不斷結冰，造成許多困擾。分批入庫雖可減少冷藏庫初始降溫的負荷，但會造成冷藏庫管理及操作上的困難。預冷的主要目地是用來除去田間熱，經預冷處理後的產品由於溫度迅速降至合理的冷藏溫度，可延長冷藏保鮮期。甘藍及結球白菜預冷後冷藏二個月後，預冷處理組品質明顯較不預冷直接入庫者爲佳。短期葉菜類真空預冷處理後冷藏，冷藏條件適當的話，貯藏性較佳的菠菜、青江白菜等可冷藏保鮮達一個月以上，小白菜、芥藍及葉萵苣等亦有 20 天以上的保鮮期。經真空預冷後的產品有較佳的冷藏壽命主要是因爲預冷後冷藏的產品較快達到適當的低溫，降低蒸散作用及呼吸作用，產品較不易萎凋及老化。葉菜類蔬菜易受天侯影響造成產銷失調，菜價有時在數天之內會有很大的起伏。如能延長葉菜類的冷藏期至 20 天上，夏季颱風災害期，或冬季盛產期可用來冷藏調節，因貯藏期延長，可降低貯藏風險及提高產銷調節功能。

3. 改善直銷業務之低溫運銷系統

預冷處理是建立低溫運銷系統重要的處理步驟，國內目前以直銷運輸系統具有很好的低溫運輸鏈。如小包裝蔬菜自中南部處理場包裝、預冷後，以冷藏運輸車運至北部超市後，置於低溫展示櫃中販賣。國軍副食等團膳供應單位由於大多使用塑膠籃包裝保護少，容易失水，如果沒有預冷，表層很容易萎凋，而中心部分則易因呼吸熱累積，造成腐爛，因此不論距離遠近，幾乎都以預冷後產品運輸，尤其葉菜類蔬菜，目前預冷設備已是國軍副食供應單位必需的基本配備。

近年來直銷供應單位已體認預冷處理的重要性，因此，預冷處理設備亦不斷增加，其中壓差預冷在國軍副食供應上應用最廣，真空預冷技術發展出後，發現操作上較壓差預冷簡單，預冷效果更好，有些單位已完全以真空預冷處理葉菜類，簡化處理流程及提高產品品質。

小包裝葉菜類由於其塑膠袋包裝影響，不易快速降溫，以往均直接置冷藏庫中預冷，因此運輸前須留較多的時間使產品降溫，如果時間不夠充裕，一批產品中會有部分預冷不夠，將來其櫃架壽命變很短。有真空預冷設備後，由於預冷效率不受外包裝之影響，因此可使用真空預冷來改善預冷流程，方式有：1.包裝前預冷，可減少包裝時之損耗；2.包裝後預冷，使產品能均勻澈底的預冷，延長櫥架壽命；3.在田間包裝後，再運至集貨場預冷後置冷藏庫中等待運輸。以上三種中以第三種改變最大，操作上可能要適應一段時間，但此種方式可減少損耗，簡化流程，降低處理人工成本，及對產品保鮮效果最佳。

4. 預冷及減壓燻蒸技術

目前國內最大的真空預冷機是同時具有預冷及檢疫殺蟲處理的燻蒸機，由於真空預冷機的真空槽具有氣密的功能，同時在低壓狀況下可降低藥劑量，減少產品受傷情形，目前使用在菊花檢疫處理上效果良好，而結球萵苣等蔬菜處理效果則正在評估中。

結　語

真空預冷最主要的優點是只要簡單的操作就能使大量產品均勻而徹底的降溫，保鮮效果明顯。且因處理時間短，對採後處理流程影響小，操作的人工成本及耗能成本低。真空預冷機的缺點是設備成本高，且只限定在葉菜類等少數產品中，因此我國目前發展的機型以 2~4 個棧板處理量爲主，主要應用在結球萵苣外銷，短期葉菜類冷藏調節及直銷業務產品保鮮上。雖然真空預冷技術不是萬能的保鮮技術，其預冷效果只限定在少數葉菜類上，但由於其操作方便性及預冷效率高的特點，將來可改善蔬菜的外銷處理流程，提升內銷市場品質，以及發揮蔬菜產銷調節的功能，對蔬菜產業發展將會很有助益。

The Developing of Vacuum Cooling Technology in Taiwan

Doung-Liang Lin[1] and Yeun-Chung Lee[2]
1.Associate Horticulturist, Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2.Associate Professor, Deparment of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University.

Summary

In Taiwan research and extension of precooling technology for horticultural crops were started in the early 80. Hydrocooling and forced-air cooling technology were first introduced and vacuum cooling method was then studied. In 2001 a vacuum cooler for leafy vegetables precooling was experienced in Yu-Lin County, about ten vacuum coolers were extended to the farmer associations in three conjunctive years. The cooling capacity for those vacuum cooler varied from 1,500kg to 7,500kg per batch. The vacuum coolers are successfully applied in cold chain of leafy vegetables to maintain the quality of products, to extend the storage life, and to cool precious produce i.e. head lettuce for export.

Key words: vacuuming cooling, leafy vegetables, precooling, low pressure fumigation